果樹誘變與果樹育種

陳 敏 祥
鳳山熱帶園藝試驗分所

摘 要

果樹作物因育種上之特殊性、困難性，果樹誘變在果樹育種上備受矚目。果樹因樹體大，幼年期長，及世代交替不易，致傳統之果樹育種方法，很難在短期內育成經濟栽培品種。果樹誘變在縮短果樹育種年限上，有其特殊之效果。事實上，現有重要果樹中，有許多均源自於自然變異或實生選育，及人為誘變。人為誘變技術研究之不斷進行，尤其生物技術之發展，對期待人為突變體之育成，在果樹育種上將扮演重要的角色。本文將記述介紹果樹誘變與果樹育種之一體兩面，探討幾種果實際進行誘變育種之概況。

關鍵字：果樹、育種、人為誘變、自然突變、異型接合體、三倍體。

前 言

果樹作物因育種上之特殊性、困難性，果樹誘變在果樹育種上備受矚目。果樹因係多年生木本植物所需面積大，自播種至開花需時甚長世代交替不易，多因具自交不親和性、遺傳形質固定困難，及受多因子控制且為高度異型結合體等特殊形質，致傳統性之果樹育種方法，很難在短期內有效的育成經濟栽培品種。而果樹誘變在縮短果樹育種年限上具有顯著之效果。事實上，目前有很多重要經濟栽培品種，均源自於自然變異或實生選育。因此近年來很多有趣的人為誘變研究亦不斷的進行。

果樹誘變育種概分為自然突變及人為誘變育種。無子果實之果樹如香蕉、Thompson無子葡萄、鳳梨及溫州蜜柑（Satsuma orange）等乃分別由於單性結果、雌性不孕、自交不親和性、及雄性不孕等遺傳現象可致自然無子，屬自然突變。人為誘變，透過果樹諸育種法在染色體上或遺傳因子上進行誘變操作，諸如倍數性育種三倍體無子西瓜(正交)，無子日向夏柑橘(反交)，種間雜交育種染色體之轉座利用以少化西瓜種子，激勃素之利用激發單性結果之 Delaware 葡萄；遺傳因子之導入操作，諸如由於胚培養或細胞融合技術而解決遠緣雜交之困難等均為人為誘變，生物技術之發展對期待人為突變體之育成，將來在果樹育種上將扮演極重要的角色。

果樹誘變育種在本省之研究尚少，本文並擬就著者目前幾種果樹實際進行誘變育種之研究情形進行探討，供今後果樹育種之參考。

果樹育種之特殊性

果樹作物通常是以營養繁殖為主，故在育種上只要注意其是否具有優異性，而不必太固

執於其是否具均一性及永續性，因此必須從存在於自然界各種不同遺傳形質中，所含有之各種不同遺傳變異體之混合植物群體中，選育出具有有用之優良遺傳變異特性者，這些優良遺傳變異體之選拔工作，不僅須在國內各地進行，進而須到世界各地蒐集其同種或近緣種植物，甚至於亦可將人爲誘變而獲致之優良遺傳變異體，加以引入保存。將這些變異體的遺傳變異特性加以解明後，即可做有系統的、有計畫的、有效的育種工作。

然而果樹育種具有與其他農藝作物等所不同之特殊性：

1.果樹係多年生之木本植物，植物體大，須有大面積之果園，及龐大之管理經費與勞力來維持，大面積多個體之試驗處理比較困難。

2.果樹作物品種之種子，自播種至開花結果，爲時甚長，世代之交換不易。

3.除了一部份果樹作物外，很多有因具自交不親和性，而致遺傳形質之固定困難；也有因雄性不稔或因雜交不親和性，而致無法達到期望交配組合之雜交工作。

4.果樹作物之繁殖方法，因種類之異而異，很多以無性繁殖爲主，故其雜種性高，且很多重要形質乃是量的形質，受多遺傳因子的控制，故其形質的遺傳相當複雜。

果樹育種之演進與目標

一. 果樹育種之演進

育種如果說是從自然界中具有之各種不同遺傳特性中，所包括之各種不同遺傳變異體之混合植物群體中，選育出具有有用之優良遺傳變異特性者而言的話，則果樹育種之發展史，可追溯至太古時代。綜合諸學者之意見，雖然無法確定劃分期間之界限，可將果樹育種分爲前、中、後三期。最初人類尋找利用山野野生結實之果樹中，注意到因個體之異，特性亦異，而開始去尋找優良個體，且利用方便收量安定者，試圖就近地區種植、接木、插枝等增殖技術之開發，圖確立品種觀念的時期，可稱爲廣義的育種，是爲果樹育種之前期。其後栽培者由栽培經驗中獲知，從良種之親本可得優良之後代；良好之栽培品種中經自然授粉所得種子，播種後之實生苗，選拔出新品種；自然誘發之芽變優良品種之選拔，而逐漸增加了品種數，爲果樹育種之中期。最後，以人爲的且有計劃的將人們所期望的變異，組合在一起，育成具有優良特性之新品種爲狹義之育種，果樹育種在此期爲時尚短，爲果樹育種之後期。

二. 果樹育種之目標

僅限有品種之選育工作，所牽涉之問題就很繁重且多，我們必須自其中，選出最有效且最容易有成果者，根據當前或者近10年內所需之幾種特性，加以重點式之選拔，確立當前之育種目標。目標確定之後，開始育種工作，至一新品種之推出，在果樹方面至少需在10年或20年以上。20年後之育種目標之擬定，雖是不易，但合理具有遠見之育種目標，仍是急需的。然而，幾年後由於社會情勢的轉變，農村勞力的逐漸缺乏，今後果樹育種之目標，更應考慮到下列幾點通盤性的問題。

1.育成適合於省工栽培之品種

(1)省工的機械化栽培。

(2)育成適合於機械化栽培的品種，諸如開花結果習性，成熟果實之採收，產期之均一等。

(3)矮性砧木與矮性品種之育成。

2.抗耐病蟲害品種之育成。

3.品質優良且耐貯運品種之育成。

4.適合於加工用品種之育成。

果樹誘變與果樹育種之相關性

一. 果樹誘變育種之利用

果樹誘變育種之利用，概分自然突變與人爲誘變育種之利用兩種。兩者變異之種類又分遺傳因子突變、染色體突變、細胞質突變以及上述之複合突變等四種。然而在果樹育種上最重要且最常見的爲遺傳因子之突變，其次爲染色體突變，其他突變在果樹育種上則較不重要。

(一)自然誘變育種之利用

茲就育種上利用之遺傳因子突變與染色體突變二者分述於下:

1.遺傳因子突變:

通常遺傳因子突變發生時，就個體生成過程而言，可分配偶子、結合子、胚生成及個體產生等四階段。然而在配偶子，結合子及胚生成之過程中，產生突變而獲得之實生個體，與一般果樹品種因異質性之形質分離而得之分離個體，並無差異。一般常見的突變有芽條變異及枝條變異。目前有報告記載之突變形質，且容易以肉眼分辨出之形質者如果皮色、果肉色、果實著色之早晚生，種子之有無或多少，果形，樹形，葉形等有關性狀的較多，而有關果實品質因外觀上較難發現之性狀報告較少。因自然突變而得之實用品種中最多之果樹爲柑橘類如溫州蜜柑，葡萄柚，甜橙，檸檬等有很多變種。柑橘類除因枝條變異外，珠心胚實生中亦有產生變異個體，可爲柑橘育種方法之一。其他如蘋果，梨，桃，葡萄，柿子，香蕉，無花果，印度棗等，亦有很多變種。突然變異中成熟分裂機制與花粉形成有關者，染色體不配對突變如無子柚子($2n=18$)，成熟第一分裂中期呈現10_{I} ～18_{I} ，成爲完全無子性 (Iwamasa, 1966)，此外尙有柑橘類之花粉或花葉退化等突變現象。

2.染色體突變:

分爲染色體數及染色體構造上變化等變異。染色體變異中，在育種上有實際利用價值者爲三倍體及四倍體。這些倍數體有發生於枝條變異上者與發生於實生個體變異上者二種。以倍數性枝條變異出現者，大多是四倍性枝條變異，此

爲 Schmidt (1924)氏之 tunica-cropus 論，由莖頂分裂組織之內部構造而言有 5 種型態存在，即(a) tunica 1,2,3層均爲4X，即 4X-4X-4X 完全四倍性枝條變異，(b) 2X-4X-4X 如蘋果之 Giant Wealthy，(c) 2X-2X-4X 如蘋果之 Giant Spy, Jonathan Sport.，(d)2X -2X-2X-4X（corpus）如蘋果之 Giant Rome.，(e)上述(a)型發生區分鑲嵌（sectorial chimera）及(b)～(d)型中之部分發生 周邊區分鑲嵌（mericlinal chimera）者。 遺傳因子突變之發生部位，及變異 形質發現部位之關係亦可適用於tunica-corpus學說。

經由種子而產生之染色體變異個體，大多爲3倍體或4倍體。這些個體大多是因成熟分裂之異常產生倍數性配偶子受精而得。 Einset (1948)氏以蘋果之 Northern Spy, Delicious, Macoun, Cortland, Mc Intosh 等共13品種爲材料，進行2X×2X，在其雜交後代6,825株中，有19株爲3X，3株爲4X，3株爲區分性2X-4X鑲嵌個體；其中3X個體可能來自於非還原性之二倍性配偶子與正常配偶子受精，4X個體可能來自於非還原性配偶子相互受精。而3X個體出現頻度約爲2X之1/ 300。 然而綜觀蘋果之栽培品種中約有25％爲3X，可知3X比2X更具優異性。三倍性品種之自交或放任株種後代中，出現4X之頻度，3,920 株實生苗中有94株4X個體，如此自然發生染色體數之變異情形除了蘋果外，尙有梨屬，葡萄屬及多數小果樹類。除柑橘類外都直接或間接的在育種上具有相當高之利用價值。

染色體構造上變化之突變有轉座及倒置。具有如此染色體構造上變異之突變個體，在成熟分裂時產生染色體配對不正常現象，a 染色體與 b 染色體間，假定有一組染色體相互轉座，在成熟分裂中，可觀察到 ring 型④價配對，再有一組，a 染色體與 c 染色體間相互轉座時，可觀察到 ring 型⑥價配對等多價或 1 價染色體。當然此種異常接合產生染色體分配不均，形成異數性配偶子，引起配偶子不稔性，以致無子或少子果實之形成。此種現象在育種上有高度之利用價值。無種子之 valencia orange 爲自然發生一組相互轉座而無子（Iwamasa, 1966）。墨西哥萊姆爲一組染色體倒置引起花粉不稔，致減少果實種子。

(二)人爲誘變育種與利用

人爲突變之誘致自 stadler（1930）氏以 χ 線處理以來，有各種果樹被用做材料處理。人爲突變可分物理方法及化學方法。物理方法如 χ 線，利用 ^{60}Co 之 γ 線、中子其他外部照射，利用 Radioisotop β 線內部照射等；化學方法如 EI（ethylene imine），EO（ethylene oxide），及 nitrogen mustard 等。通常以育種利用爲目的之照射或物質處理對象爲種子或個體。然而就果樹遺傳與育種研究而言，誘致枝條變異比較有效。照射接穗或插枝易阻礙嫁接成活及發根。苗之照射

需特別注意根部之保護。放射線抵抗性依果樹種類之異而不同，休眠期較强而生育期較弱。果樹類之放射線量，據至目前之研究結果，急照射以1～6KR，緩照射爲100R/日以下爲宜。

二. 誘變技術

(一)遺傳因子之重組

依其發展順序分爲——

1.品種間雜交:

爲一般性之育種法，容易雜交成功。 基於一般遺傳法則即可達到重組遺傳因子之效果。

2.種間雜交:

可導入期望遺傳因子，雜交親本有近緣之種間，也有遠緣之屬間，故獲得雜交個體不易，更因兩親本染色體組不同，染色體不配對，遺傳因子重組較品種間雜交者難。

3.染色體操作(染色體工學):

染色體觀察容易之作物，一方面調查染色體行動，一方面操作遺傳因子之排列工作。

4.細胞融合:

近年，用酵素去除植物細胞之細胞壁而得 Protoplast ，以 Protoplast 相互融合〝細胞融合〞，此技術之開發，可使不可能雜交之遠緣種間、屬間雜種呈現，雜交界限大幅擴大。

(二)倍數性變異之誘致

倍數性變異在植物界極爲普遍，與植物之進化及栽培化有關如馬鈴薯(同質4倍體)，甘藷(6倍體)，草莓(8倍體)，菊花(2～10倍體)等。又1937年發現秋水仙鹼對染色體有倍加效果之後，因染色體組之添加(倍加)擴展至倍數性變異育種之利用。另一方面有關染色體組之削除法，在1960年代以花藥培養法及種間雜交法明顯有效，單倍體育種實用化，下述倍數性變異之育種利用。

1.同質倍數體:

相同染色體組重複之同質倍數性植物及1組染色體組形成之單倍體之基本種，比較其遺傳因子雖有量之變化但無質的差異。同質倍數體在育種上之利用如同質4倍體(葡萄)，同質3倍體(香蕉，自然產生者)，人爲育成之同質3倍體(無子西瓜)等。

2.異質倍數體:

栽培品種中如麵包小麥(6倍體)、油菜(4倍體)、煙草(4倍體)等很多異質倍數體存在。此等異質倍數體具備不同染色體組之祖先之種間雜種優勢固定化、且

具 2 親本之優良特性。 人為育出之異質倍數體稱複合二倍體，如十字花科人為合成之rutabaga飼料用蕪菁等。

3.倍數化與染色體行動:

育種上常以秋水仙鹼（$C_{22}H_{25}NO_6$）處理法倍加。 濃度概為0.01～0.2%，果樹通常以種子處理法或點滴處理法。由2倍體而得之單倍體，因染色體組只有一組，成熟分裂極不規則，由於無法配對成二價染色體，致完全不稔或高度不稔性。同質倍數體依其倍數化程度，於分裂中期出現相同染色體間之多價染色體，但並不一定是同數之多價染色體，如同質 3 倍體之成熟分裂，出現 3 價外有 1 價及 2 價染色體，同質 4 倍體除形成 4 價染色體外，1 價、2 價及 3 價染色體亦混在，亦觀察到僅形成 2 價染色體者。 3 倍體與 2 倍體雜交後代，產生 2 倍體、 3 倍體之外，大部分植物體為中間型之異數體，其等過剩染色體 1 個常被利用作三染色體植物。異質倍數體比同質倍數體 2 價染色體出現頻度較高，亦可觀察到 3 價與 4 價等多價染色體。

4.單倍體育種:

單倍體本身並無利用價值，但育種材料之利用性很高，其利用性如下：

(1)育種年限之縮短，倍加成純系二倍體植物。

(2)遺傳因子重組之效率化:分解倍數性作物，有用遺傳因子重組成2倍體。

(3)雜交"中間植物"之選拔。

(三)突然變異之誘致

自然亦可產生變異，然自然變異率低僅10^{-6} 左右，因此如欲提高突變率，須進行人為誘變工作。人為誘變之手段主要為放射線及化學物質，或二者混合處理。無論是自然變異或人為誘變，有用變異併同惡劣變異同時發生，而劣變之情形居多。這些變異體遺傳因子供育種利用時，全部變異體須經選拔程序，以選拔有用變異體。因此有關誘發源之種類與處理方法，對特定形質誘發變異之研究很多。果樹人為誘變育種之利用詳如前述一、(二)項。

細胞培養誘發突變之利用，最近由於組織培養技術之進步，可以植物之莖葉或其器官萃取培養，多細胞在小試管內進行處理。Erikson (1967年)氏以紫外線照射 haplopuppus 培養細胞誘發紫色體核型變異，選出花青素變多，生產穩定之變異體。 Nitsch 等氏以煙草之小胞子和花藥培養細胞，在1.5～3krad之 γ 線下照射，得到斑葉，無花青素，花色及花瓣等形態變化之突變體。

(四)遺傳子之操作

在作物育種上，農作物經導入之遺傳子對其他形質之影響等之評估是必要。

1.遺傳子之構造

2.遺傳子之單離

(1)CDNA之利用 (2) Transposon 之利用 (3) Chromosome walking 之利用

3.遺傳子之導入方法

(1) vector 之利用 (2)直接導入法

4.導入遺傳之形態發現

三. 誘致遺傳變異之技術 — 育種法與突變操作之相關

誘致遺傳變異之方法，已如上述因品種間雜交致染色體組重組與轉換，因種間雜交異種染色體之導入，染色體組或染色體斷片之倍加，以及雖是突然變異，如從各個遺傳因子而言，也可以說是各遺傳因子之再配對，異種遺傳因子之導入，遺傳因子之重複，及遺傳因子之改變，可以下表表示之：

誘 致 遺 傳 變 異 技 術

育種用操作	品種間雜交育種	種間雜交育種	倍數性育種	突然變異育種
染色體	染色體轉座 染色體斷片倒置	異質倍數體 添加型種間雜種 置換型種間雜種 染色體斷片轉座	同質倍數體 三倍體 3 染色體 部分的倍數化	
遺傳因子	遺傳因子之重排列	異種遺傳因導入	遺傳因子之倍加	遺傳因子之改變

通常上述之變異以個體之操作誘致，並行選拔，但最近由於細胞操作技術誘致心變異成爲可能。就異種染色體組之導入而言，細胞融合比遠緣之種間可能性較高，突然變異之誘致，亦以培養細胞用突變誘發源處理，再配合細胞選拔之方法，更爲有效率之獲得變異體之技術已被確立。對不適用於個體或種子處理之紫外線及一部分之化學物質也在培養細胞系上爲有效變異誘發源。

遺傳因子操作如胚培養或細胞融合技術不僅對不可能雜交遠緣種遺傳因子之導入有

效，對動物、微生物之遺傳因子亦可導入，如植物毒素病遺傳因子之耐病性遺傳因子之利用，細菌除草劑耐性遺傳因子之利用等。遺傳因子操作不僅限於異種遺傳因子之利用，亦有利用於所謂 self cloning 種內遺傳因子，同時亦期望於遺傳因子之重複，遺傳因子之改良，遺傳因子之重排列之效果。因染色體之部份倍加使特定機能增加，在染色體工學上已被確認。又改變遺傳因子之DNA鹽基排列，誘變出不存在自然之機能蛋白質『蛋白質設計』上，雖然誘致耐熱性酵素且具成果，這些技術將在作物育種上扮演重要角色。

果樹誘變誘致果實無子化之利用與探討

一. 自然變異誘致果實無子化之利用

(一)香　蕉 (Bananas)

為雌雄配偶子均不孕的二倍體，行單性結果，無種子的。然其野生之二倍體則具有孕性且有充實之種子(除少數食用之優良二倍體如李林蕉，亦具單性結果，無種子外)。

(二)無 子 葡 萄 (Thomposn seedless grapes)

湯姆生無子葡萄，其雄性花粉雖具稔性，但為雌性不孕。

(三)鳳　梨 (Pineapple)

鳳梨之雌雄配偶子均具稔性，但因其具有自交不親和性而無種子形成。如行種間之雜交，則每個果實，可得1000粒以上之種子。

(四)柑　橘—溫 州 蜜 柑 (Satsuma orange)

溫州蜜柑 (Satsuma orange) 為雌性孕，而雄性不孕之品種，如行種間雜交，仍可得多數之種子，這些雜交所得之種子，通常當然不會是雜種F_1 ，除非是以純系之溫州蜜柑交配，因此在此種情形下之授粉，僅能促使其二倍體之單性生殖而已，然而雜交所得之種子是無病毒的、健康的品系 (Virusfree)。

一般而言，通常自然無子果實，乃是其自動性單性結果能力的表現。

二. 人為誘變誘致果實無子化之探討

(一)三倍體無子西瓜之育成 (Triploid watermelons)

以三倍體性育種來育成無子西瓜之育種理論，早在1939年（木原氏）即已開始，現今已廣泛的被利用於世界各地，其育種程序如下:

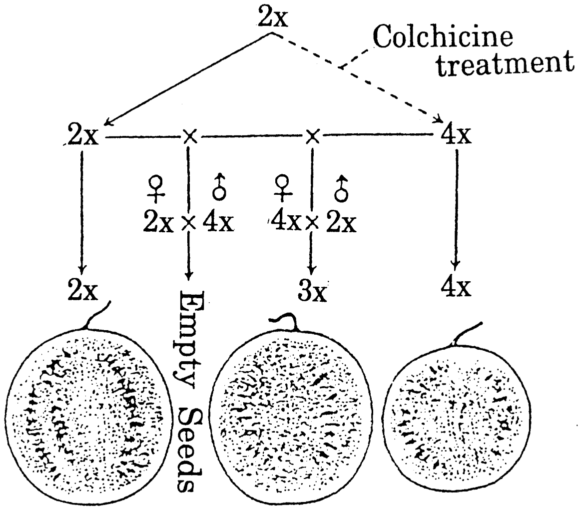

Fig. 1. Procedure of producing the triploid seedless watermelon

(二)授以同質四倍體花粉，導致無子日向夏柑橘

與前述溫州蜜柑(Satsuma orange)品種之特性不同，另二種日向夏與八朔柑橘品種，均具自交不親和性，自然授粉可結果實且有多量之種子，山下氏(1976)利用此品種之特性，如上圖所示，應用無子西瓜之育成模式反交無種子之原理，育成無子果實而成功之實例，即以2X與其人爲誘發而得之同質四倍體雜交而得無子日向夏柑橘，當代利用。

(三)育成染色體部份相互轉座之異型接合體，生產無子西瓜

以西瓜爲材料，用χ-Ray(約20-30KR)照射處理，而得到下列幾種染色體部份交換之異型接合體。其花粉之稔性如下表：

Table 1. Pollen fertility of interchange heterozygotes in watermelon

Chromosome configulation	Pollen fertility (%)	Expected fertility(%)*
11Ⅱ	93～97	100
④+9Ⅱ	50～58	50
④+④+7Ⅱ	33～39	25
⑥+8Ⅱ	25～28	25
⑧+7Ⅱ	22～23	12.5

* Fertility calculated from the assumption that one chromosome interchange give rise 50% Pollen sterility.
(Kihara & Shimotsuma, 1967)

假如，我們能從處理中獲得一染色體僅呈一輪狀或呈㉒之個體，則其稔性必甚低。在成熟分裂中期，因染色體配對不正常，可減少種子量。如果我們能夠獲得兩箇

具有稔性之染色體部分交換之同型接合體，從其雜交而能夠得到染色體部份交換之異型接合體，則必可生產大量之種子，而得無子西瓜。

(四)以激勃素處理(by gibberelin treatment)，誘致無子 Delaware 葡萄

將具稔性者，經激勃素處理後，變成爲無子葡萄，此乃在日本試驗成功之美國品種 Delaware。以100ppm激勃素溶液處理花序二次，此乃是激勃素誘發單性結果而得無子果實。以同法處理其他葡萄品種如 Muscat，則無效。其程序如下圖所示:

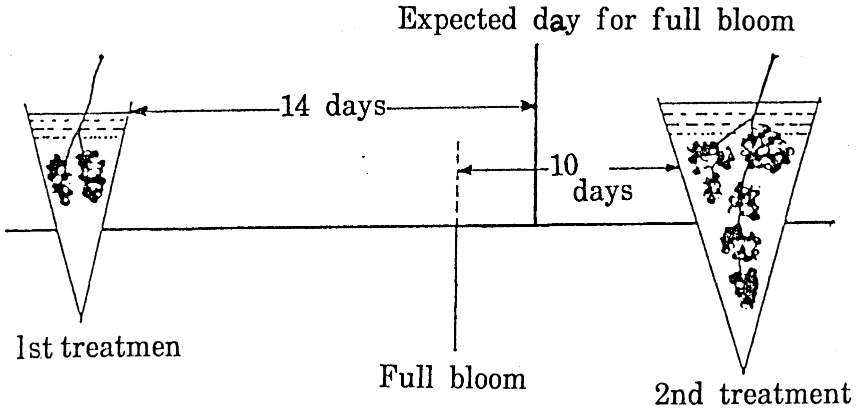

Fig. 2. Procedure of gibberelin treatment for the production of seedless grapes.

綜合上述可知，天然無子果實之產生可分四類，除了鳳梨爲自交不親和性(雌雄性配偶子均具孕性)而致無法受精外，其餘三種情形，均爲雌性或雄性配偶子不孕所引起者。因此，我們可利用人爲的誘致雌性或雄性不孕之方法，來育成無子果實，人爲的誘發雌雄不孕之方法有:

1.三倍性(Triploidy)

2.突然變異 (Mutation)

3.染色體構造之變異 (Structural change of chromosomes)

4.核置換(雄性不孕) (Nuclear substitution-male sterility)

自然的無子果實之雌雄不孕，可能是由單因子突變而來的，也有可能因突變而誘致雌雄不孕的現象。然而，自然無子果實之產生，可能是有某種遺傳力的支配，而使其不經授粉亦可結實，但果實的發育，植物荷爾蒙是絕對須要的，那也就是爲何三倍體之果園內混植二倍體西瓜的緣故。

本省幾種果樹誘變育種之研究

一. 香 蕉

如上述香蕉爲雌雄配偶子均不孕的三倍體，單性結果，無種子。 因此在雜交育種上較爲困難有其特殊性。經由突然變異改良品種爲可行途逕之一。

(一)自然突變體

1.優良個體及病區耐黃葉病個體之選拔

台灣香蕉研究所以往自全省中、南部之香蕉產地初選蒐集優良蕉苗，分別爲中部埔里南投區選3024株，南部高屏區選155株，嘉義區選48株，高屏三專業區選23株，共計3250株，經多年篩選及複選後，於1977年前選出15優良株系，產量每串30公斤以上，果串、果把均整齊，惜未具抗黃葉病。另同時又自各產地黃葉病區進行初選耐病植株，經多年之篩選而得7株系。但其耐病性不甚理想。

2.單株多果串變異及假莖變異個體

1977年前進行優良及抗黃葉病個體調查初選之同時，發現同一果園有一株多果串(二串及五串)之自然變異個體，調查發現在同一果園中有正常一個生長點及不正常二個生長點之植株。二生長點之香蕉植株有抽出二果串者，亦有抽出一果串，另一果串再分生三果串，一株共五果串者，此種現象在夏威夷之香蕉園中，亦曾被發現。此外調查中亦發現在植株上產生局部變異(如色素變異)者，最明顯的爲整株假莖變黑現象，而其植株生長情形與正常株無異。

(二)人爲突變體

1.γ-Ray、DES、熱中子與 P^{32}、 及秋水仙處理得11個體，但均未發現比栽培品種較優良變異個體。

2.組織培養突變體

組織培養之變異率較自然變異高。從大量微體繁殖優良種苗過程中，約有10％前後之變異率，台灣香蕉研究所(1988)自其中逐步篩選出GCT CV-215株，耐黃葉病性頗强之變異體，目前已大量繁殖700公頃試植中，期能解救本省黃葉病之危害，挽救本省香蕉之產業。

二. 芒　果

(一)自然雜交實生選育

鳳山熱帶園藝試驗分所曾氏(1985年)經16年之雜交選育，選育出豐產、矮性、抗病，糖分含量高且具本省土芒果芳香風味之"台農一及二號"品種，爲本省首先人爲育成之新品種。另民間高雄縣六龜鄉黃姓農友(1980)在其 White 與 Keitt 品種之混植果園中，實生選育出豐產、大果(1.5kg/個)、抗病、品質優良，並經鳳山分所協同調查之〞金煌一號〞品種。

(二)人爲誘致突變體

以0.2％秋水仙鹼處理而得之誘變體，經嫁接觀察有兩個體開花結果一爲小果，一爲似雙連性之大果，正密切觀察中。

三. 柳　橙

以0.2% 秋水仙鹼處理柳橙幼苗誘致之 4 倍體，其中編號81-CI-71及81-CI -73者，

於72年2月嫁接，74年10月開花結果，其中81-CI-71連續兩年高產，果大約44.1公克，糖酸度均比對照高，且有特殊之芳香味，成熟期較早10～15日，目前正分區試植中。

四. 印　度　棗

(一)自然雜交實生選育或芽條變異

印度棗之實生變異或芽條變異顯著，1944年日據時代引進之 Beneras 等品種果大10～20公克左右，這些年來由於不斷實生與芽條變異之選育，老舊品種已不復存在，新的品種不斷之推出，目前果大者達60～178公克左右。

(二)人爲突變體

鳳山熱帶園藝試驗分所自民國70年以泰國蜜棗之種子以0.2% 秋水仙鹼行浸漬處理，播種後種苗，再以同濃度行點滴處理，選育而得T j-10品系，品質風味均具有原品種之特性且果型較大，果大 50 公克左右，糖分16° Brix，脆甜，但沒有泰國種之嚴重裂果與落果現象。

五. 番　石　榴

(一)三倍體無子番石榴

早年印度引進 Bedan 品種及近來自泰國引進之三倍體品種，雖品質風味均佳，但因果型不整，果實發育不均，更重要的是開花不結果之情形嚴重，目前種植不多。 鳳山熱帶園藝試驗分所，以0.2%秋水仙鹼處理番石榴幼苗誘致之 4X ，以 4X ×2X 及 3X×2X 雜交選育，其雜交育成三倍體或異數體，但大部份之後代個體亦均結果不良，其中一植株，生長勢強，結果率較高，品質優，13° Brix，正密切觀察中。

(二)染色體部份轉座誘致無子或少子之番石榴

以泰國種及實生白拔二系之種子進行γ-Ray 20、30、40及 50KR照射處理，50KR線量太高均枯死，20KR線量處理最佳，成活率在70%左右，其他線量成活率因品種而略有差異。田間移植花粉稔性調查，株間或同株內均產生高度鑲嵌現象；亦有植株較具穩定之花粉稔性，在50% 左右。顯示染色體有正常、一組轉座，及其他變異個體存在。一般泰國種番石榴種子，冬春果約在260～350粒，夏秋果約在340～350粒左右。處理後第一代低稔性者在150～47粒左右，果核存在，味美香脆，果實變小。進行雜交選育出異型接合體，染色體一組轉座者A_0 - 18 株系 31 株中選 5 株；A_1 - 7 株系 67 株中選 23 株；A_1 - 16 株系 42 株中選 9 株；A_2 - 21株系 12 株中選 4 株，A_1 - 38 株系 13 株中選 0 株。 染色體二組轉座者有A_1 - 50 株系 10 株中初選 2 株，這些品系糖度平均在 9° Brix 以上，種子在147～373粒之間，目前正複選 10 株系，種子在100粒左右，10° Brix以上，品質佳，繼續篩選中。

結　語

本省果樹園藝作物育種研究時間尚淺，與農藝作物育種研究歷史長久，不能相比。而果樹育種，由於果樹具有前述幾種之特殊性，更由於至目前之研究爲止，一個新品種的育成，需10～20年以上，就一個品種之純化、雜交→採種→育苗→發育成母株→開花（一世代完了）→雜交→採種等重複工作，僅一世代就需數年之久，如此需長年歲月之研究，所需之人材、經費均爲果樹育種研究之瓶頸。但本省果樹研究至目前爲止，仍有很多的成果。今後對本省果樹育種應如何改進，其可行途徑如何，實應加檢討。

利用組織(或胚)培養技術，配合倍數性或突然變異利用等育種技術，應是果樹育種可行之途徑。前述果樹誘致果實無子化之實例，可見果樹育種研究，已具相當成效；溫州蜜柑（Satsuma orange）需純系品系雜交，方能得到雜種F_1，而純系二倍性個體之育成，最有效且可靠之途徑，爲利用組織（花藥）培養，培育單倍性個體，再行染色體倍加而得純系二倍性個體，供育種材料之應用，成功之例尚有煙草（Nakata, 1968），水稻（Niizeki, 1968）等，可縮短育種年限。

近年來，由於生物技術之開發研究，突然變異之機構漸被解明，參與誘變之角色更形重要，果樹誘變育種技術之開發，使果樹育種瓶頸之突破性空間更大，更能縮短果樹育種年限。本文並列陳本省目前幾種果樹誘變育種之進行情形，供爲今後果樹育種研究之參考。

參 考 文 獻

1. 陳敏祥，1979. 果樹育種技術概要，果農合作 385：5～11.
2. 陳敏祥，1984. 台灣番石榴之栽培技術與育種之改進. 果樹產期調節研討會專刊：77～91.
3. 陳敏祥，1988. 植物生長調節劑在番石榴果實無子化之應用. 植物生長調節劑在園藝作物之應用研討專集，台中區農業改良場特刊 12：241～252.
4. 陳敏祥，1989. 印度棗. 經濟植物二集 豐年叢書 HV# 891：24～37.
5. 香川冬夫，1957. 種・屬間交雜による作物育種學. 產業圖書.
6. 松尾孝嶺，1974. 育種ハンドブック，養賢堂，東京.
7. 村上寬一，1938. 作物育種の理論と方法，養賢堂，東京.
8. 中島哲夫，櫛瀏欽也，1987. 新しい植物育種技術，養賢堂，東京.
9. 佐藤公一，森 英男，松井 修，北島 博，千葉 勉，1980. 果樹園藝大事典，養賢堂，東京.
10. 常協恒一郎，角田重三郎，1977. 植物育種學，文永堂，東京，141～213.
11. 渡邊好郎，1982. 育種における細胞遺傳學，養賢堂，東京，56～122.
12. 渡邊好郎，山口彥之，1983. 突然變異育種. 養賢堂.
13. Aastveit, K., 1968. Mutation in plant breeding II. IAEA, Vienna：5.

14. Broertjes, C., 1977. Artificially induced mutations in fruit tree. Acta Hortsci. 75 : 19 ~26.

15. Brown, A. G., 1975. Apples. In : J. Janick and J. N. Moore (Editor), Advances in Fruit Breeding. Purdue University Press, West Lafayette, IN : PP3-37.

16. Campbell, A. I., 1983. Improving apples by mutation breeding. Span 26 : 2~3.

17. Chen, M. S., 1981. Studies on chromosomal translocation in Haworthia. Journal of Agricultural Research of China 30(4) : 362~368.

18. Donini, B., 1974. Induction and isolation of somatic mutations in vegetatively propagated plants. Proc. Int. Hortic. Congr., Warsaw 19 : 189~200.

19. _______ , 1975. Induction and isolation of somatic mutations in vegetatively propagated plants. Improvement of Vegetatively Propagated Plants through Induced Mutations, Tokai, 1974. IAEA, Vienna : 35~51.

20. ______, 1976. The use of radiations to induce useful mutations in fruit trees. In. Improvement of Vegetatively Propagated plants and Tree Crops through Induced Mutations, Wageningen, 1976. IAEA. Vienna : 55~67.

21. Doorenbos, J., 1977. Spontaneous mutations as a source of clonal variation in deciduous fruits. Acta Hortic., 75 : 13~18.

22. Iwamasa, M. 1983. Role of mutations in fruit breeding. Gamma Field Symp. 22 : 31 ~46.

23. Iyer, C. P. A. and Subramanyam, M. D., 1971. Problems with triploidy in Guava. SABRAO News letters 3(1) : 31~33.

24. Janick, J. and Moore, J. N., 1975. Advances in Fruit Breeding. Purdue University Press, West Lafaytte. IN, 623pp.

25. Kihara, H., 1951. Triploid watermelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58 : 217~230.

26. ______, & Shimotsuma, M., 1967. The use of chromosomal interchanges to test for crossing over and chromosome segregation. Seiken Ziho. 19 : 1~18.

27. Lapins, K. O., 1973. Induced mutations in fruit trees. In : Induced Mutations in Vegetatively Propagated Plants. IAEA, Vienna : 1~19.

28. Lapins, K. O., 1983. Mutation Breeding. In : J. N. Moore and J. Janick (Editors) Methods in Fruit Breeding. Purdue Univ. Press, W. Lafayette, IN : 74~79.

29. ______, Bailey, C. H. and Hough, L. F., 1969. Effects of gamma rays on apple and peach leaf buds at different stages of development. I . Survival, growth and mutation frequencies. Radiat. Bot., 9 : 379~389.

30. Menendez, T., 1973. Application of mutation methods to banana breeding. In :

Iduced Mutations in Vegetatively Propagated Plants. IAEA. 1973. Vienna, PP75～83.

31. Micke, A., Maluszynski, M. and Donini, B., 1985. Plant cultivars derived from mutation induction or the use of induced mutations in crossbreeding. Mut. Breed. Rev., 3 FAO/IAEA, Vienna, 92PP.

32. Nishida, T., 1973. Induction of somatic mutations in deciduous fruit trees by Gamma irradiation. Gamma Field symp., 12 : 1～15.

33. Nybom, N.,1961. The use of induced mutations for the improvement of vegetatiely propagated plants. In:Symp. Mutations and Plant Breeding, Cornell University,Ithaca, NY. NAS-NCR, Publ, 891 : 252～294.

34. _______ , and Koch, A., 1965. Induced mutations and breeding methods in vegetatively propagated plants. Radiat. Bot. 5 (Suppl.) : 661～678.

35. Oka, H., Watanabe, T. and Nishiyama, I.,1967. Reciprocal translocation as a new approch to breeding seedless watermelon. I. Induction of reciprocal translocation strain by X-ray irradiation. Can. J. Genet. Cytol. 9 : 482～489.

36. Pratt, C., 1983. Somatic selection and chimera. In : J.N. Moore and J. Janick (Editors), Methods in Fruit Breeding. Purdue Univ. Press, Lafayette, IN, PP. 172～185.

37. Sadamori, S., 1965. Utilization of the spontaneous mutation in deciduous fruit trees. Gamma Field Symp., 4 : 1～23.

38. Stadler, L. T., 1930. Some genetic effects of X-rays in plants. J. Hered. 21 : 3～19.

39. Visser, T., 1973. Methods and results of mutation breeding in deciduous fruits, with special reference to the induction of compact and fruit mutations in apple. In : Incuced Mutations in Vegetatively Propagated Plants. IAEA. 1973 Vienna, PP. 21～33.

40. Zagaja, S. W., 1975. Induced mutations in apple and sour cherry cultivars. In : Improvement of Vegetatively Propagated Plants through Induced Mutations. Tokai, 1974. IAEA, Vienna, PP. 129～130.

41. _______ , and Przybyla, A., 1973. Gamma-ray mutants in apples. In : Induced Mutations in Vegetatively Propagated Plants. IAEA, Vienna, PP. 35～40.

Induced Mutation and Breeding Method in Fruit Trees

Min-syang Chen
Fengshan Tropical Horticaltural Experiment Station, TARI

ABSTRACT

Breeders of fruit species are faced with certain unique problems not common in other agricultural crops. The long generation cycle and juvenile period makes it difficult to breed usful economic cultivars in a short time. As a result, mutation breeding has a special position in fruit tree breeding as it shortens the breeding duration. In fact, a great proportion of the existing cultivars were originated from natural or artificial mutations and selections. As the importance of artificial mutation breeding has been increasing with the fast development in molecular biology techniques, the article introduces the basic theories and practical examples in mutation breeding of fruit trees.

Key Words : Fruit tree, breeding, mutation triploid